

ผลของยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วนต่อการคืนแร่ธาตุในรอยผุจำลองในชั้นเคลือบฟัน

เพ็ญอาสัพพ์ สุนทรโทก* ณัฐนันท์ โกวิทวัฒนา**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลของยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 และ 1450 ส่วนในล้านส่วนต่อการคืนแร่ธาตุของรอยผุจำลองในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ชิ้นเคลือบฟันแท้ จำนวน 30 ชิ้น มาสร้างรอยผุจำลอง แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น ได้แก่ 1) น้ำยาเทียม 2) ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วน 3) ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วน ชิ้นเคลือบฟันจะถูกนำมาเข้ากระบวนการจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างในช่องปากเป็นเวลาทั้งสิ้น 14 วัน โดยชิ้นเคลือบฟันในกลุ่มทดลองจะถูกนำไปแช่ในสารละลายยาสีฟันเป็นเวลาครั้งละ 2 นาที วันละ 2 ครั้ง จากนั้นประเมินผลการคืนแร่ธาตุด้วยการวัดค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ด้วยเครื่องควาแอลเอฟ-ดี (ΔF) และคำนวณผลต่างของค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ ($\Delta\Delta F$) จากผลการศึกษาพบว่ากลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ทั้งสองกลุ่มมีค่าผลต่างของค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วนมีค่าผลต่างของค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์มากกว่ากลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.042$) ผลการศึกษานี้จึงสรุปได้ว่า การใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการคืนแร่ธาตุในรอยผุจำลองในชั้นเคลือบฟันได้มากกว่าการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำใบ้: ยาสีฟันฟลูออไรด์/ การคืนแร่ธาตุ/ รอยผุจำลองในชั้นเคลือบฟัน/ การเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์

Received: Jul 12, 2022

Revised: Oct 07, 2022

Accepted: Oct 21, 2022

บทนำ

จากการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากแห่งชาติ ครั้งที่ 8 พ.ศ. 2560 พบว่าโรคฟันผุยังคงเป็นปัญหาสำคัญของระบบทันตสาธารณสุข¹ ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของเด็กทั้งทางร่างกายและจิตใจ ปัจจุบันการจัดการรอยโรคฟันผุได้เน้นมาที่การป้องกันหรือการจัดการรอยผุตั้งแต่ระยะแรกเริ่มเพื่อช่วยยับยั้งการดำเนินของโรคไม่ให้กลายเป็นรูผุ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีได้แก่ การเคลือบหลุมร่องฟัน (Sealant) การทำเรซินอินฟิลเทรชัน (Resin infiltration) และการใช้สารประกอบต่าง ๆ ได้แก่ เคซีนฟอสโฟเปปไทด์-อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต (Casein Phosphopeptide – Amorphous Calcium Phosphate, CPP-ACP) นาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Nanohydroxyapatite) และสารประกอบฟลูออไรด์ (Fluoride) เป็นต้น² อย่างไรก็ตามจากข้อจำกัดในการเข้าถึงบริการทางด้านทันตกรรมโดยเฉพาะในพื้นที่ชุมชนห่างไกล การใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่แบบที่ผู้ป่วยสามารถใช้ได้ด้วยตนเองเพื่อป้องกันและยับยั้งการเกิดรอยผุ เช่น

การแปรงฟันด้วยยาสีฟันฟลูออไรด์ หรือการใช้น้ำยาบ้วนปากผสมฟลูออไรด์จึงเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกกว่าแบบที่ต้องใช้โดยทันตแพทย์เท่านั้น^{3, 4}

จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบพบว่ายาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 500 ส่วนในล้านส่วนป้องกันฟันผุได้ไม่แตกต่างจากยาสีฟันที่ไม่มีฟลูออไรด์ ในขณะที่ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วน สามารถป้องกันฟันผุได้ร้อยละ 23^{5, 6} การศึกษาในระยะหลังแสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของฟลูออไรด์สูงขึ้นเป็น 1500 ส่วนในล้านส่วน จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันโรคฟันผุได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.7 เมื่อเปรียบเทียบกับยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วน⁷ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาทางคลินิกที่แสดงให้เห็นว่าการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1500 ส่วนในล้านส่วนมีประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุได้มากกว่ายาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วนอย่างมี

* ทันตแพทย์ประจำบ้าน ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

** ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

นัยสำคัญทางสถิติ^{8,9} เช่นเดียวกับการศึกษาทางห้องปฏิบัติการที่แสดงให้เห็นว่าการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1500 ส่วนในล้านส่วนสามารถลดความลึกของรอยฟันขึ้นฟันน้ำนมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 0 250 500 1000 ส่วนในล้านส่วน¹⁰ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบการเพิ่มปริมาณแร่ธาตุในผิวเคลือบฟันน้ำนมกลับพบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 500 1000 และ 1500 ส่วนในล้านส่วน¹⁰ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่ายาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วนมีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคของรอยฟันจำลองแตกต่างจากยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1100 ส่วนในล้านส่วนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ^{11,12} ดังนั้น จากการทบทวนวรรณกรรมจะเห็นได้ว่าผลการศึกษาประสิทธิภาพการคืนแร่ธาตุและการหยุดยั้งรอยฟันผุแรกเริ่มของการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1500 ส่วนในล้านส่วนยังคงมีความหลากหลายอยู่

ปัจจุบันคิวแอลเอฟ (Quantitative Light-induced Fluorescence; QLF) เป็นเทคโนโลยีที่สามารถตรวจพบการสูญเสียแร่ธาตุจากผิวเคลือบฟันที่ได้รับความเชื่อถือโดยใช้หลักการของความแตกต่างของฟลูออเรสเซนซ์ของบริเวณที่เป็นรอยโรคเปรียบเทียบกับบริเวณผิวเคลือบฟันปกติ ซึ่งพบว่ามีค่าการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์มากกว่าร้อยละ 5 จะถือว่าบริเวณนั้นมีการสูญเสียแร่ธาตุหรือมีรอยฟันผุแรกเริ่ม¹³ ซึ่งเครื่องมือชนิดนี้มีข้อดีคือ ไม่มีการทำลายชิ้นงาน วัดผลซ้ำได้จึงสามารถติดตามผลการรักษาในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ¹⁴

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคืนแร่ธาตุในรอยฟันจำลองในชั้นเคลือบฟันระหว่างการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 และ 1450 ส่วนในล้านส่วน ด้วยการวัดค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ด้วยเครื่องคิวแอลเอฟ-ดี

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (Experimental laboratory research) ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (HREC-DCU 2020-98) โดยมีประชากรศึกษาเป็นฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่งหรือสองที่มีผิวเคลือบฟันด้านใกล้กลางหรือใกล้กลางที่ปราศจากรอยฟัน หรือวัสดุบูรณะฟัน (Sound enamel) โดยที่หากพบว่าฟันซี่นั้นมีผิวเคลือบฟันที่มี

รอยร้าว หรือมีความผิดปกติของผิวเคลือบฟันจะถูกคัดออกจากการศึกษา

การเตรียมชิ้นฟัน นำฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่งหรือสองจำนวน 15 ซี่ ที่ถูกเก็บรักษาในสารละลายไทมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (0.1% Thymol) มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเกลือ (Normal saline solution) กำจัดเนื้อเยื่อและคราบหินน้ำลายให้สะอาด จากนั้นขัดผิวเคลือบฟันด้านใกล้กลางและใกล้กลางของฟันด้วยกระดาษทรายน้ำความละเอียด 1000 กริท เพื่อกำจัดผิวเคลือบฟันส่วนนอกซึ่งเป็นชั้นที่มีการสะสมฟลูออไรด์มากที่สุดซึ่งอาจรบกวนผลการศึกษา^{15,16} ตัดชิ้นฟันบริเวณด้านใกล้กลางและใกล้กลางด้วยเครื่องตัดฟันใบเลื่อยเพชรชนิดความเร็วต่ำ (Low-speed cutting machine, ISOMET 1000™, Buehler, USA) ให้มีขนาด 3x4x3 ลูกบาศก์มิลลิเมตร นำชิ้นฟันมายึดในเรซินใสในท่อพีวีซีขนาด 1/2 นิ้ว สูง 1.5 เซนติเมตร ทาน้ำยาทาเล็บชนิดใสเพื่อสร้างหน้าต่างสำหรับรอยฟันจำลอง ขนาด 2x2 ตารางมิลลิเมตร

การสร้างรอยฟันจำลอง นำชิ้นฟันที่ได้มาสร้างรอยฟันจำลองโดยแช่ในไฮดรอกซีเอทิล เซลลูโลสเจล (Hydroxyethyl cellulose gel; HEC-gel)¹⁷ ซึ่งประกอบด้วยกรดแลคติก (Lactic acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และไฮดรอกซีเอทิล เซลลูโลสความเข้มข้นร้อยละ 1 ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1 โมลต่อลิตร ให้ได้สารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.1 จากนั้นแช่ชิ้นฟันในภาชนะปิดเป็นเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้รอยฟันจำลองที่มีรอยฟันผุเริ่มแรกความลึกประมาณ 150-200 ไมโครเมตรบนผิวเคลือบฟัน¹⁸ (รูปที่ 1) จากนั้นนำชิ้นฟันที่มีรอยฟันจำลองไปวัดการสูญเสียฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence loss) ด้วยเครื่องคิวแอลเอฟ-ดี (QLF-D) เพื่อคัดเลือกชิ้นฟันที่มีค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ระหว่าง 10-18 เข้ามาสู่การศึกษา¹⁹ ชิ้นฟันที่เข้าเกณฑ์จะถูกเก็บในน้ำลายเทียมที่ไม่มีฟลูออไรด์ บรรจุในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 จนกว่าจะนำไปเข้ากระบวนการศึกษาต่อไป



รูปที่ 1 ชิ้นเคลือบฟันที่ผ่านการสร้างรอยฟันจำลอง
Figure 1 Enamel specimen with artificial carious lesion

การให้สิ่งแทรกแซง ขึ้นฟันที่ผ่านเกณฑ์จะถูกนำไปเรียงลำดับค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ตั้งต้นจากน้อยไปมาก และทำการสุ่มแบบบล็อก (Block randomization) เป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มควบคุม (Control) แขนงในสารละลายน้ำลายเทียมที่ไม่มีฟลูออไรด์

กลุ่มยาสีฟัน 1000 (1000FT) แขนงในสารละลายยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วน (โซเดียมโมโนฟลูออโรฟอสเฟต ร้อยละ 0.76 (0.76% Sodium Mono fluorophosphate)) วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที

กลุ่มยาสีฟัน 1450 (1450FT) แขนงในสารละลายยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วน (โซเดียมโมโนฟลูออโรฟอสเฟต ร้อยละ 0.76 และโซเดียมฟลูออไรด์ ร้อยละ 0.10 (0.1% Sodium fluoride)) วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที

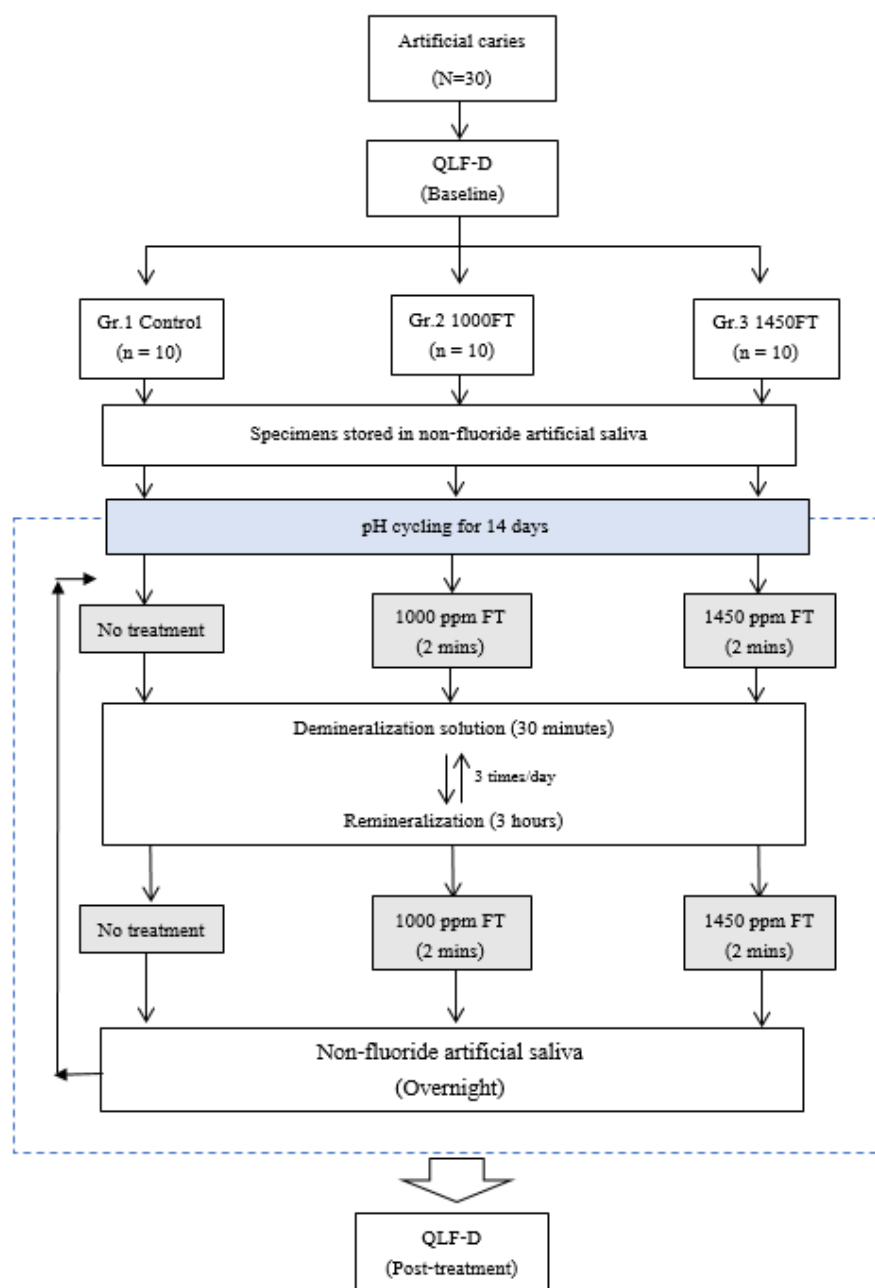
สารละลายยาสีฟันฟลูออไรด์จะถูกเตรียมโดยการผสมยาสีฟันฟลูออไรด์ปริมาณ 1 กรัมต่อน้ำปราศจากไอออน 3 มิลลิลิตรต่อขึ้นฟัน 1 ขึ้น²⁰ จากนั้นผสมให้เข้ากันในบีกเกอร์ที่มีแท่งแม่เหล็กกวนสารบนเครื่องผสมสาร ปรับระดับความแรงระดับ 5 เป็นเวลา 1 นาที โดยกลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ทั้งสองกลุ่มจะถูกแช่ในสารละลายยาสีฟันวันละ 2 ครั้ง คือ ช่วงก่อนการสูญเสียแร่ธาตุรอบที่ 1 และหลังการสูญเสียแร่ธาตุรอบที่ 3 ของแต่ละวัน

การจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างในช่องปาก ขึ้นฟันแต่ละขึ้นจะถูกนำไปเข้ากระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดต่างในช่องปาก ด้วยสารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุสลับกับสารละลายที่ทำให้เกิดการคืนแร่ธาตุ โดยในแต่ละวันมีกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุ 30 นาที สลับกับกระบวนการคืนแร่ธาตุ 3 ชั่วโมง จำนวน 3 รอบ และแช่ข้ามคืนในน้ำลายเทียมที่ไม่มีฟลูออไรด์ (รูปที่ 2) เป็นเวลาทั้งสิ้น 14 วัน²¹⁻²³ โดยสารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุประกอบด้วย โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Sodium dihydrogen phosphate, NaH_2PO_4) ความเข้มข้น 2.2 มิลลิโมลต่อลิตร แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride, CaCl_2) ความเข้มข้น 2.2 มิลลิโมลต่อลิตร กรดอะซิติก (Acetic acid) ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลต่อลิตร และปรับค่าความเป็นกรดต่างให้เท่ากับ 4.7 ด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide, KOH) ความเข้มข้น 1 โมลต่อลิตร²⁴ ในขณะที่สารละลายที่ทำให้เกิดการคืนแร่ธาตุประกอบด้วย โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ความเข้มข้น 2.2 มิลลิโมลต่อลิตร แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2.2

มิลลิโมลต่อลิตร โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride, KCl) ความเข้มข้น 150 มิลลิโมลต่อลิตร มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 7²⁴

การวัดค่าการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ด้วยเครื่องคิวแอลเอฟ-ดี หลังจากผ่านกระบวนการจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างในช่องปากเป็นเวลา 14 วัน ลำดับหมายเลขของขึ้นฟันแต่ละขึ้นจะถูกปิดไว้ด้วยเทปชุน และสุ่มหมายเลขใหม่โดยบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องกับการวิจัย จากนั้นขึ้นฟันจะถูกนำมาวัดค่าการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์โดยผู้ทำวิจัยเพียงคนเดียว โดยวางขึ้นฟันตั้งฉากกับลำกล้องให้มีระยะห่างระหว่างขึ้นฟันกับลำกล้องประมาณ 10 เซนติเมตร จากนั้นตั้งกล้องให้บันทึกภาพด้วยความเร็วชัตเตอร์ (Shutter speed) 1 ต่อ 20 วินาที ขนาบรูเปิดรับแสง (Aperture value) เท่ากับ 13.0 และค่า ISO 1600 ภาพถ่ายที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ (QA2 v1.21, Inspkto Research System BV, Amsterdam, The Netherlands) ได้เป็นค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ (ΔF) โดยจะทำการวัดซ้ำ 3 ครั้งต่อหนึ่งขึ้นฟันเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งค่าที่ได้จะนำมาคำนวณผลต่างระหว่างค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ภายหลังการจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างในช่องปากและให้สิ่งแทรกแซงเป็นเวลาทั้งสิ้น 14 วัน ($\Delta F_{14 \text{ days}}$) และค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ตั้งต้น (ΔF_0) ได้เป็นผลต่างของค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ ($\Delta F_{14 \text{ days}} - \Delta F_0 = \Delta \Delta F$) เพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพของการคืนแร่ธาตุต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยไอบีเอ็ม เอสพีเอสเอส เวอร์ชัน 28 (IBM SPSS version 28.0) โดยทดสอบการแจกแจงของข้อมูลด้วยสถิติชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) หากพบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติจะใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองและใช้สถิติวิธีทดสอบของตูเก้ (Tukey's HSD) เปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละคู่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่หากข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติจะใช้สถิติครัสคัล-วัลลิส (Kruskal-Wallis test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองและใช้สถิติวิธีทดสอบของดันน์ (Dunn's test) เปรียบเทียบแต่ละคู่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



รูปที่ 2 แผนภูมิสรุปกระบวนการศึกษา
 Figure 2 Schematic diagram of the study procedure

ผล

จากผลการศึกษาพบว่าฟันที่ผ่านเกณฑ์ทั้งสิ้น 30 ซี่นมีค่าเฉลี่ยร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ตั้งต้น (ΔF_0) หรือภายหลังการสร้างรอยฟุ่จำลองเท่ากับ $-13.14 (\pm 1.98)$ แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม (น้ำลายเทียมที่ไม่มีฟลูออไรด์) และกลุ่มทดลอง (กลุ่มยาสีฟัน 1000 และกลุ่มยาสีฟัน 1450) จำนวนกลุ่มละ 10 ซี่นตัวอย่าง โดยพบว่าทั้งสามกลุ่มมีค่าเฉลี่ยร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ตั้งต้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงค่าร้อยละการสูญเสียฟลูออเรสเซนซ์ก่อนและหลังผ่านกระบวนการจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างในช่องปากที่ 14 วัน

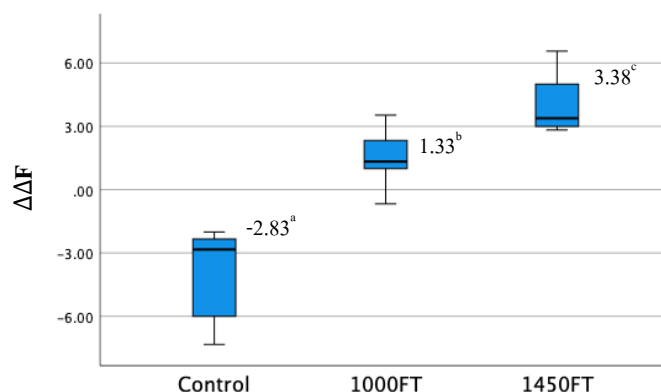
Table 1 The percentage of fluorescence loss before and after 14-day pH cycling

Intervention	Percentage of fluorescence loss (ΔF) (Mean $\pm$ SD)	
	ΔF_0^+	$\Delta F_{14\text{days}}$
Control	-13.06 ± 2.19^a	-16.90 ± 2.50
1000FT	-13.00 ± 2.06^a	-11.49 ± 2.60
1450FT	-13.36 ± 1.89^a	-9.33 ± 2.11

* หมายถึง การทดสอบด้วย One-way ANOVA, ตัวอักษรยกที่แตกต่างกันภายในสดมภ์ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ($p \leq 0.05$)

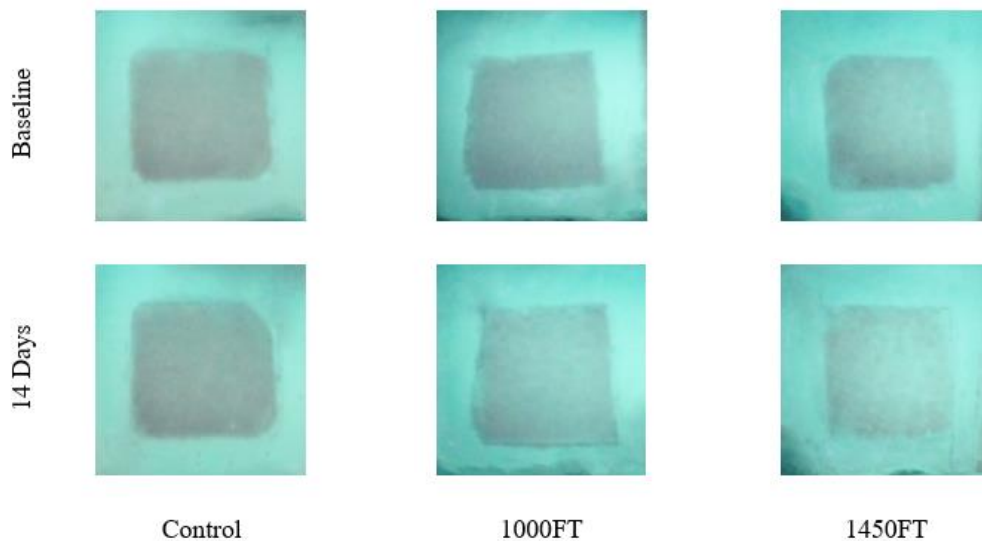
ผลของฟลูออไรด์เฉพาะที่ต่อการคืนแร่ธาตุเมื่อประเมินด้วยเครื่องคิวแอลเอฟ-ดี พบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ ($\Delta F_{14\text{days}}$) เป็นลบมากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบกับค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ตั้งต้น (ΔF_0) ซึ่งแสดงถึงการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเคลือบฟัน ในขณะที่กลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ทั้งสองกลุ่มมีค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์เป็นลบน้อยลงซึ่งแสดงถึงการคืนแร่ธาตุของผิวเคลือบฟันที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1) นอกจากนี้เมื่อคำนวณผลต่างของร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ ($\Delta \Delta F$) ที่ระยะเวลา 14 วัน พบว่ากลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ทั้งสองกลุ่มมีค่ามัธยฐานของผลต่างของค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.005$) และพบว่ากลุ่มที่ใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วน มีค่ามัธยฐานของผลต่างของค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์มากกว่ากลุ่มที่ใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.042$) อีกด้วย (รูปที่ 3) โดยเมื่อเปรียบเทียบลักษณะของการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์บนผิวเคลือบฟันในแต่ละกลุ่มก่อนและหลังกระบวนการจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างในช่องปากพบว่า ภายหลังกระบวนการจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างในช่องปาก ซึ่ฟันในกลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ทั้งสองกลุ่มมีความเข้มของสีเทาที่บริเวณช่องหน้าต่างรอยฟุ่จำลองจางลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนกระบวนการจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างในช่องปากซึ่งแสดงถึงการเกิดกระบวนการคืนแร่ธาตุนบนผิวเคลือบฟัน โดยพบว่ากลุ่มที่แช่ในสารละลายยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วนมีสีเทาจางลงมากที่สุด ในขณะที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มควบคุม (รูปที่ 4)



รูปที่ 3 แสดงค่ามัธยฐานผลต่างของค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ระหว่างก่อนและหลังกระบวนการจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างในช่องปากที่ 14 วัน (ตัวอักษรยกที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธีทดสอบของดันน์)

Figure 3 The median change of percentage of fluorescence loss between before and after 14-day pH cycling (Different superscript letters indicate significant differences between groups ($p \leq 0.05$) by using Dunn's test)



รูปที่ 4 ภาพถ่ายแสดงการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ของชิ้นเคลือบฟันตัวอย่างในแต่ละกลุ่มก่อนและหลังกระบวนการจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างในช่องปาก

Figure 4 Images of the change in fluorescence loss on representative enamel samples in each group before and after pH cycling

บทวิจารณ์

การศึกษานี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาผลของการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 และ 1450 ส่วนในล้านส่วนในการส่งเสริมการคืนแร่ธาตุในรอยผุจำลองบนชิ้นฟันกรามน้อยบนแท่น โดยวัดผลการคืนแร่ธาตุด้วยผลต่างของค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ด้วยเครื่องคิวแอลเอฟ-ดี

จากผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ได้รับยาสีฟันฟลูออไรด์ทั้งสองกลุ่มมีผลต่างของค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้นตั้งแต่ 1000 ส่วนในล้านส่วนขึ้นไปสามารถช่วยส่งเสริมการคืนแร่ธาตุในรอยผุจำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์มีประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุและการคืนแร่ธาตุในรอยฟันผุแรกเริ่มทั้งทางคลินิกและทางห้องปฏิบัติการ^{12,20,25}

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคืนแร่ธาตุระหว่างยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 และ 1450 ส่วนในล้านส่วน พบว่ากลุ่มที่ใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วน มีค่าเฉลี่ยผลต่างของค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์มากกว่ากลุ่มที่ใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า

การใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วน มีประสิทธิภาพในการคืนแร่ธาตุในรอยผุจำลองได้มากกว่าการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาทางคลินิกเป็นระยะเวลา 3 ปีที่พบว่า การใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1500 ส่วนในล้านส่วนสามารถป้องกันฟันผุและคืนแร่ธาตุได้มากกว่ายาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^{8,9} อย่างไรก็ตามพบว่าไม่สอดคล้องกับการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าถึงแม้การใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วนจะช่วยให้รอยฟันผุแรกเริ่มมีค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคที่สูงขึ้น แต่พบว่ามีผลแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1100 ส่วนในล้านส่วน^{11,12} ซึ่งความแตกต่างนี้อาจเกิดจากระยะเวลาการศึกษาที่ต่างกัน เนื่องจากการศึกษาดังกล่าว^{11,12} ใช้เวลาในการศึกษาที่สั้นกว่า จึงอาจทำให้ยังไม่เห็นผลของความแตกต่างที่ชัดเจน โดยจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพของยาสีฟันฟลูออไรด์ผ่านกระบวนการจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างในช่องปากนั้นจะเริ่มเห็นผลความแตกต่างที่ระยะเวลา 10-14 วัน²² ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงพิจารณาวัดผลการคืนแร่ธาตุหลังจากการให้สิ่งแทรกแซงไปแล้ว 14 วัน เพื่อให้เห็นผลการศึกษาที่ชัดเจน

นอกจากระยะเวลาที่แตกต่างกันแล้ว กระบวนการจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างที่แตกต่างกันในแต่ละการศึกษาอาจส่งผลต่อความแตกต่างของผลการศึกษาได้เช่นกัน โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้จำลองสภาวะความเป็นกรดต่างเพื่อให้มีรูปแบบและช่วงเวลาที่คล้ายคลึงกับชีวิตประจำวันมากที่สุด²¹ โดยให้สิ่งแทรกแซงที่เป็นยาสีฟันวันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที ในช่วงก่อนการสูญเสียแร่ธาตุรอบแรกและภายหลังการคืนแร่ธาตุรอบสุดท้ายซึ่งเปรียบเสมือนการแปรงฟันในช่วงเช้าและก่อนนอน อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้ไม่ได้ใช้วิธีแปรงฟันด้วยยาสีฟันฟลูออไรด์ แต่ใช้การแช่ชิ้นฟันในสารละลายยาสีฟันฟลูออไรด์ เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ต้องการศึกษาผลโดยตรงของยาสีฟันต่อการคืนแร่ธาตุ โดยใช้การจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างด้วยสารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุสลับกับสารละลายที่ทำให้เกิดการคืนแร่ธาตุ โดยไม่มีการสร้างคราบจุลินทรีย์และเพื่อควบคุมปัจจัยกวนที่อาจเกิดขึ้นจากการแปรงฟัน เช่น การสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันที่อาจมีผลต่อการวัดประสิทธิภาพของการคืนแร่ธาตุที่ผิวเคลือบฟันได้²⁶ แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้อจำกัดของการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ที่ยังไม่สามารถจำลองสภาวะแวดล้อมให้เหมือนกับในช่องปากได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งในแง่การคงอยู่ของฟลูออไรด์ในเนื้อเยื่อ และการมีเอนไซม์ที่ช่วยให้สารประกอบโซเดียมฟอสเฟตในยาสีฟันสามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ดี เป็นต้น²² ดังนั้นจึงยังไม่สามารถอนุมานผลการศึกษาในครั้งนี้ไปใช้ทางคลินิกได้โดยตรง

นอกจากนั้นปัจจัยทางด้านความแตกต่างของผิวเคลือบฟัน เช่น ผิวเคลือบฟันแท้และผิวเคลือบฟันน้ำนมก็อาจส่งผลต่อผลการศึกษาได้เช่นกัน โดยชั้นเคลือบฟันของฟันน้ำนมมีความหนาน้อยกว่า มีปริมาณแร่ธาตุน้อยกว่าและมีรูพรุนมากกว่าในฟันแท้ จึงทำให้ฟันน้ำนมมีความต้านทานต่อการสูญเสียแร่ธาตุได้น้อยกว่าและมีโอกาสเกิดฟันผุลุกลามได้รวดเร็วกว่าฟันแท้^{15,27,28} อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วนมีประสิทธิภาพในการช่วยชะลอการสูญเสียแร่ธาตุได้ทั้งในเคลือบฟันแท้และเคลือบฟันน้ำนม²⁹ เช่นเดียวกับการศึกษาทางห้องปฏิบัติการที่พบว่าการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1500 ส่วนในล้านส่วนสามารถลดความสึกของรอยฟันขึ้นฟันน้ำนมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 0 250 500 1000 ส่วนในล้านส่วน¹⁰

การศึกษาในครั้งนี้ได้พิจารณาใช้เครื่องคิวแอลเอฟ-ดี เพื่อวัดผลการสูญเสียฟลูออเรสเซนซ์และติดตามการคืนแร่ธาตุของรอยฟันผุแรกเริ่ม ซึ่งสามารถวัดผลได้ในเชิงปริมาณและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังเข้ากระบวนการจำลองสภาวะความเป็นกรดต่างในช่องปากได้โดยไม่ทำลายชิ้นฟันตัวอย่าง และประมวลผลออกมาเป็นค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ จากการศึกษาคุณสมบัติของโปรแกรมในการคำนวณค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์เปรียบเทียบกับค่าสูญเสียแร่ธาตุที่แท้จริง พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.97 และเมื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ด้วยเครื่องคิวแอลเอฟพบว่ามีความสัมพันธ์กับการคืนแร่ธาตุของผิวเคลือบฟันด้วยการถ่ายภาพรังสีตามขวางระดับไมโครเมตร (Transverse microradiography) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.76¹⁴ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องคิวแอลเอฟ-ดี เป็นเครื่องมือที่มีความไวและน่าเชื่อถือเพียงพอในการตรวจสอบการสูญเสียแร่ธาตุและการตรวจหารอยฟันผุแรกเริ่มในผิวเคลือบฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในทางคลินิก นอกจากประสิทธิภาพในการคืนแร่ธาตุของรอยฟันผุแรกเริ่มแล้ว อีกปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาในการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ที่มีความเข้มข้นสูงคือ การเกิดฟันตกกระ (Fluorosis) โดยมักพบได้ในผู้ป่วยที่ได้รับฟลูออไรด์มากเกินไปเป็นระยะเวลานาน ซึ่งการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ที่มีความเข้มข้นสูงในผู้ป่วยเด็กเล็กที่ยังควบคุมการกลืนได้ไม่ดีก็อาจเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดฟันตกกระในชุดฟันแท้ได้โดยเฉพาะตำแหน่งฟันหน้าที่ให้ความสวยงาม^{30,31} อย่างไรก็ตามจากการศึกษาในเด็กอายุ 30 เดือนเพื่อคำนวณปริมาณฟลูออไรด์ที่เด็กกลืนจากการที่มารดาแปรงฟันให้ด้วยยาสีฟันฟลูออไรด์เข้มข้น 440 หรือ 1450 ส่วนในล้านส่วนโดยวัดปริมาณยาสีฟันบนแปรงทั้งก่อนและหลังการแปรงฟันด้วยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas chromatography) พบว่าสาเหตุที่เด็กจะได้รับปริมาณฟลูออไรด์เกิน (มากกว่า 0.05-0.07 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว) และเสี่ยงต่อการเกิดภาวะฟันตกกระนั้นขึ้นกับปริมาณของยาสีฟันที่ใช้มากกว่าความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในยาสีฟัน^{30,32} ดังนั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการคืนแร่ธาตุในผิวเคลือบฟันและลดความเสี่ยงในการเกิดภาวะฟันตกกระเมื่อใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ที่มีความเข้มข้นสูงโดยเฉพาะในผู้ป่วยเด็กเล็ก การแปรงฟันภายใต้การดูแลของผู้ปกครองอย่างใกล้ชิดจึงยังคงมีความจำเป็น³⁰

ผลการศึกษาในครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นประโยชน์ของยาสีฟันฟลูออไรด์ในการส่งเสริมการคืนแร่ธาตุของรอยฟันผุแรกเริ่มที่ชั้นผิวเคลือบฟันโดยเฉพาะยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วนซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่ายาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วน โดยสามารถใช้เป็นแนวทางในการแนะนำการเลือกใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุอยู่ในระดับสูง อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ร่วมกับน้ำยาบ้วนปากหรือผลิตภัณฑ์ส่งเสริมการคืนแร่ธาตุชนิดอื่น ๆ เพื่อให้ช่วยหยุดยั้งและรักษารอยฟันผุแรกเริ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บทสรุป

การใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วน มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการคืนแร่ธาตุในรอยฟันผุแรกเริ่มที่ผิวเคลือบฟันได้ดีกว่ายาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทโลออัน (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้เอื้อเฟื้อการใช้เครื่องมือควอลเเอฟ-ดี สำหรับใช้ในการวัดผลงานวิจัย และศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ให้สามารถดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

1. The 8th National Oral Health Survey in Thailand [Internet]. Dental Health Division, Department of Health, Ministry of Public Health. 2017. Available from: https://dental.anamai.moph.go.th/web-upload/migrated/files/dental2/n2424_765046ad86a54985537887456d464d2f_surveu_8th_2nd.pdf.
2. Juntave A. Alternative Approaches in pediatric dental caries management. J Dent Assoc Thai 2017;67(3):179-88.
3. Guideline on Fluoride Therapy in children [Internet]. The Dental Association Of Thailand. 2017. Available from: <https://www.thaidental.or.th/main/download/upload/upload-20190213213340.pdf>.
4. Trairatvorakul C. Preventive dentistry in child and adolescence. 2ed. Bangkok: Department of pediatric dentistry, faculty of dentistry, Chulalongkorn University;2008.235-40.
5. Walsh T, Worthington HV, Glenny AM, Appelbe P, Marinho VC, Shi X. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries in children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev 2010(1):Cd007868.
6. Marinho VC, Higgins JP, Sheiham A, Logan S. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev 2003;2003(1):Cd002278.
7. Twetman S, Axelsson S, Dahlgren H, Holm AK, Källestål C, Lagerlöf F, et al. Caries-preventive effect of fluoride toothpaste: a systematic review. Acta Odontol Scand 2003;61(6):347-55.
8. Conti AJ, Lotzkar S, Daley R, Cancro L, Marks RG, McNeal DR. A 3-year clinical trial to compare efficacy of dentifrices containing 1.14% and 0.76% sodium monofluorophosphate. Community Dent Oral Epidemiol 1988;16(3):135-8.
9. O'Mullane DM, Kavanagh D, Ellwood RP, Chesters RK, Schafer F, Huntington E, et al. A three-year clinical trial of a combination of trimetaphosphate and sodium fluoride in silica toothpastes. J Dent Res 1997;76(11):1776-81.
10. Hellwig E, Altenburger M, Attin T, Lussi A, Buchalla W. Remineralization of initial carious lesions in deciduous enamel after application of dentifrices of different fluoride concentrations. Clin Oral Investig 2010;14(3):265-9.
11. Hatipoglu Z, Yavval GO, Yavval O. Effects of different fluoride-containing toothpastes on *in vitro* enamel remineralization. Bezmialem Sci 2019;7(1):12-7.
12. Manosubsak N, Sukarawan W, Sriarj W. The remineralization quality by fluoridated dentifrice on artificial incipient caries lesion. M Dent J 2019;39(1): 53-62.

13. Gomez J. Detection and diagnosis of the early caries lesion. BMC Oral Health 2015;15 Suppl 1(Suppl 1):S3.
14. van der Veen MH, de Josselin de Jong E. Application of quantitative light-induced fluorescence for assessing early caries lesions. Monogr Oral Sci 2000;17:144-62.
15. Lynch RJ. The primary and mixed dentition, post-eruptive enamel maturation and dental caries: a review. Int Dent J 2013;63 Suppl 2(Suppl 2):3-13.
16. Speirs RL. The nature of surface enamel in human teeth. Calcif Tissue Res 1971;8(1):1-16.
17. Alsaffar A, Tantbirojn D, Versluis A, Beiraghi. B. Protective effect of pit and fissure sealants on demineralization of adjacent enamel. Pediatr Dent 2011;33(7):491-5.
18. Rana R, Itthagarun A, King NM. Effects of dentifrices on artificial caries like lesions: an *in vitro* pH cycling study. Int Dent J 2007;57(4):243-8.
19. Application of QLFTM for Diagnosis and Quality Assessment in Clinical Practice [Internet]. Inspektor Research Systems: Amsterdam, The Netherlands. 2012. Available from: <http://www.inspektor.nl/download/WhitepaperQLF-11.pdf>.
20. Gomez J, Pretty IA, Santarpia RP, 3rd, Cantore B, Rege A, Petrou I, et al. Quantitative light-induced fluorescence to measure enamel remineralization *in vitro*. Caries Res 2014;48(3):223-7.
21. Oliveira GM, Ritter AV, Heymann HO, Swift E, Jr., Donovan T, Brock G, et al. Remineralization effect of CPP-ACP and fluoride for white spot lesions in vitro. J Dent 2014;42(12):1592-602.
22. Buzalaf MA, Hannas AR, Magalhães AC, Rios D, Honório HM, Delbem AC. pH-cycling models for in vitro evaluation of the efficacy of fluoridated dentifrices for caries control: strengths and limitations. J Appl Oral Sci 2010;18(4):316-34.
23. Itthagarun A, Wei SH, Wefel JS. The effect of different commercial dentifrices on enamel lesion progression: an in vitro pH-cycling study. Int Dent J 2000;50(1):21-8.
24. ten Cate JM, Duijsters PP. Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. Caries Res 1982;16(3):201-10.
25. Blinkhorn AS, Holloway PJ, Davies TG. Combined effects of a fluoride dentifrice and mouthrinse on the incidence of dental caries. Community Dent Oral Epidemiol 1983;11(1):7-11.
26. Ganss C, Marten J, Hara AT, Schlueter N. Toothpastes and enamel erosion/abrasion - Impact of active ingredients and the particulate fraction. J Dent 2016;54:62-7.
27. Wang LJ, Tang R, Bonstein T, Bush P, Nancollas GH. Enamel demineralization in primary and permanent teeth. J Dent Res 2006;85(4):359-63.
28. Ando M, van Der Veen MH, Schemehorn BR, Stookey GK. Comparative study to quantify demineralized enamel in deciduous and permanent teeth using laser- and light-induced fluorescence techniques. Caries Res 2001; 35(6): 464-70.
29. Gouvêa DB, Santos NMD, Pessan JP, Jardim JJ, Rodrigues JA. Enamel subsurface caries-like lesions induced in human teeth by different solutions: a TMR analysis. Braz Dent J 2020;31(2): 157-63.
30. Davies RM, Ellwood RP, Davies GM. The rational use of fluoride toothpaste. Int J Dent Hyg 2003; 1(1):3-8.
31. Mascarenhas AK, Burt BA. Fluorosis risk from early exposure to fluoride toothpaste. Community Dent Oral Epidemiol 1998;26(4):241-8.
32. Bentley EM, Ellwood RP, Davies RM. Fluoride ingestion from toothpaste by young children. Br Dent J 1999;186(9):460-2.

ผู้รับผิดชอบบทความ

ณัฐนันท์ ไกรวิวัฒนา

ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ : 081 617 2440

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : nattanang@gmail.com

Effect of 1450 ppm Fluoride Toothpaste in Remineralization of Incipient Carious Lesions: An *In Vitro* Study

Soontharotoke P* Govitvattana N**

Abstract

The aim of this study was to compare the remineralization effect of 1000 and 1450 ppm fluoride toothpaste on artificial enamel carious lesion. Thirty enamel specimens with artificial carious lesions were randomly assigned into 3 groups: 1) artificial saliva 2) 1000 ppm fluoride toothpaste 3) 1450 ppm fluoride toothpaste. The specimens were subject to 14-day pH cycling, the treatment groups were immersed in fluoride toothpaste solution for 2 minutes twice a day during the pH cycling phase. The percentage of fluorescence loss (ΔF) was measured using the quantitative light-induced fluorescence-digital machine (QLF-D). The change of percentage of fluorescence loss ($\Delta\Delta F$) was determined. The results showed that $\Delta\Delta F$ in fluoride toothpaste groups were significantly greater than in the control group. The 1450 ppm fluoride toothpaste group showed significantly higher $\Delta\Delta F$ compared to 1000 ppm fluoride toothpaste group ($p=0.042$). In conclusion, the results from this study demonstrated that the use of 1450 ppm fluoride toothpaste significantly increased remineralization of artificial enamel carious lesions than the use of 1000 ppm fluoride toothpaste.

Keywords: Fluoride toothpaste/ Remineralization/ Artificial enamel carious lesion/ Fluorescence loss

Corresponding Author

Nattanan Govitvattana
Department of Pediatric Dentistry,
Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University,
Pathumwan, Bangkok, 10330.
Tel. : +66 81 617 2440
Email : nattanang@gmail.com

* Residency of Pediatric Dentistry, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok.

** Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok.